

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 28.10.2023 16:55:16

Уникальный программный идентификатор:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ПРИМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

## **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

Методические указания для выполнения курсового проекта  
для обучающихся по направлению подготовки  
21.03.02 Землеустройство и кадастры

*Электронное издание*

Усурийск 2021

УДК 528

Составитель: Авраменко Анастасия Александровна – к. с.-х. н., доцент кафедры землеустройства

Геодезические работы при землеустройстве: Методические указания для выполнения курсового проекта для обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры / ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; сост. С.Н. Иншакова.: 2-е изд. перераб. и доп.: – Уссурийск, 2016. – 66 с.

Рецензент: Мирошниченко М. В. – директор ООО «Уссурийский кадастр»

Издаётся по решению методического совета ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

## ВВЕДЕНИЕ

Геодезический курс при землеустройстве – это специальный курс геодезии, предназначенный для проведения правильного и рационального землеустройства.

Для проведения различных землеустроительных мероприятий необходимо иметь информацию о размерах, форме, местоположении земельных участков и различных элементов организации территории. С этой целью составляют план землепользования ТОО (АО), предназначенный для определения площадей участков различными способами и разработки технического проекта внутрихозяйственного землеустройства.

Рассмотрение этих вопросов при изучении дисциплины “Геодезические работы при землеустройстве” предусматривает составление студентом курсового проекта “Геодезические работы при внутрихозяйственном землеустройстве”.

Для выполнения курсового проекта студенту выдается задание по варианту.

В соответствии с вариантом, на основе плана землепользования масштаба 1:10000, геодезических данных по границам землепользования, ведомостей вычисления площадей и в соответствии с эскизным проектом составляют технический проект внутрихозяйственного землеустройства ТОО (АО) и подготавливают необходимые геодезические данные для перенесения проекта в натуру.

По эскизному проекту предусмотрено запроектировать:

- на пахотных землях части землепользования с производственным центром – три поля полевого севооборота, массив под дачные участки, скотопрогон, полевою дорогу и спрямить ломаную границу между пастбищем и дачным участком;

- на пахотных землях части землепользования с приусадебными землями – пять полей под фермерские хозяйства, сад, три поля полевого севооборота и полевые дороги.

Все полевые дороги имеют проектную ширину 5 м.

При техническом проектировании следует уточнить положение границ и площадей проектируемых участков, определить необходимые геодезические данные для правильного расположения проектируемых участков в натуре.

В соответствии с требуемой точностью проектируемых площадей и характером границ участков запроектировать:

- поля в фермерском хозяйстве – аналитическим способом;
- поля полевого севооборота в южной части землепользования – графическим способом;
- поля полевого севооборота в северной части землепользования – механическим способом.

Проектные решения разрабатываются студентом самостоятельно с использованием настоящих методических указаний. Содержание курсового проекта представлено в приложении А.

В соответствии с учебным планом студенты предъявляют к защите пояснительную записку и практические решения, оформление которых должно производиться согласно требованиям ГОСТ и в соответствии с действующими условными знаками, применяемыми в землеустройстве.

## 1 СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАНА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

Сборные планы составляют на значительную территорию на основе отдельных смежных землеустроительных, лесохозяйственных, дорожных, мелиоративных и других планов, с различной ориентировкой и в различных масштабах.

Для составления сборного плана необходимо иметь: исходные координаты (табл. 1), абрис теодолитной съёмки (приложение Б).

Таблица 1 – Ведомость координат

Номер точки	Координаты, м	
	X	Y
1		
2		
...		
26		

На листе чертёжной бумаги с помощью линейки Дробышева построить сетку квадратов со сторонами 10 см. Нанести поворотные точки границ землепользования по координатам, соединить данные точки по полигонам согласно схеме расположения (рис. 1). Контур ситуации по абрисам теодолитной съёмки.

Перед нанесением точек необходимо сделать расчёт подписей координатной сетки с целью симметричного размещения участка относительно краёв листа бумаги и с тем, чтобы всё землепользование разместилось в пределы целых квадратов. Точность построения проверить измерителем (контрольным метром) по диагоналям и сторонам квадратов.

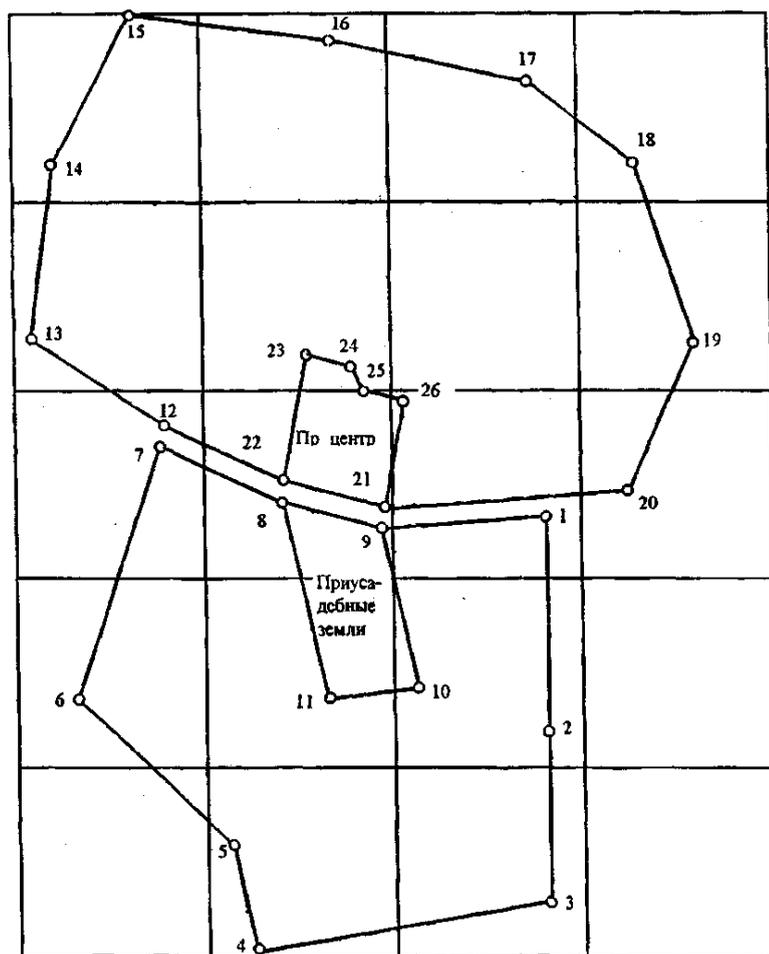


Рисунок 1. Схема полигонов землепользования АО «Луч»

Нанесение точек на план по координатам контролировать сравнением с горизонтальным проложением между ними (расхождение не более 0,2 мм).

Вычертить тушью:

- а) координатную сетку синим (толщина линий 0,1– 0,15 мм) и подписать её;
- б) границы землепользования чёрным цветом, при этом межевой знак показывается кружком (диаметр не более 1,2 мм), а линии – толщиной 0,2 мм;
- в) сельскохозяйственные угодья и объекты местности в условных знаках, принятых в землеустройстве для масштаба 1:10000.

Условные знаки сельскохозяйственных угодий можно вычертить более разреженно (в два раза), а в контурах некомпактной формы – так, чтобы контур угодья читался без затруднения.

Вверху разместить надпись: Проект внутрихозяйственного землеустройства АО «Луч». Внизу справа штамп установленного образца.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Аналитический способ определения площадей применяется, когда площадь участков вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности (при помощи формул геометрии, тригонометрии и аналитической геометрии) или по их функциям (координатам вершин полигона).

Аналитический способ определения площади наиболее точен, так как ошибка в площади зависит только от ошибок измерения на местности. Его применяют только для вычисления площадей сельскохозяйственных землепользований, полей севооборотов, когда по их границам проложены теодолитные ходы, а так же при измерении площадей особо ценных земель.

По заданию на проектирование необходимо по координатам вершин полигонов вычислить площади следующих участков землепользования (табл. 2):

- а) приусадебных земель (точки: 8,9,10,11);
- б) массива землепользования, включающего приусадебные земли (точки: 1,2,3,4,5,6,7,8,9);
- в) производственного центра (точки: 22,23,24,25,26,21);

г) массива землепользования, включающего производственный центр (точки: 15,16,17,18,19,20,21,22,12,13,14).

Вычисления площадей выполнить по формуле Ленца:

$$\frac{2P_{(за)}}{10000} = \frac{\sum x_k y_{k+1} - y_{k-1} \sum y_k x_{k-1} - x_{k+1}}{10000} \quad (1)$$

Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

Таблица 2 – Результаты вычисления площади в пределах теодолитного полигона

№ точек	Координаты, м		Разности координат, м		Произведения, м <sup>2</sup>	
	X	Y	X <sub>k-1</sub> - X <sub>k+1</sub>	Y <sub>k+1</sub> - Y <sub>k-1</sub>	Y <sub>k</sub> (X <sub>k-1</sub> - X <sub>k+1</sub> )	X <sub>k</sub> (Y <sub>k+1</sub> - Y <sub>k-1</sub> )
8						
9						
10						
11						
					2P= P=	2P= P=
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
					2P= P=	2P= P=

В соответствии с рисунком 2, по результатам измерений в натуре вычислить площадь участка сенокоса с прудом и площадь проектируемой дороги в фермерском хозяйстве по формуле:

$$2P_{(за)} = absin \beta_9 + bcsin\varphi + acsin(\beta_9 + \varphi - 180^\circ) \quad (2),$$

где  $a, b, c$  – горизонтальные проложения в метрах, выписанные из абриса;  $\varphi = 90^\circ$ .

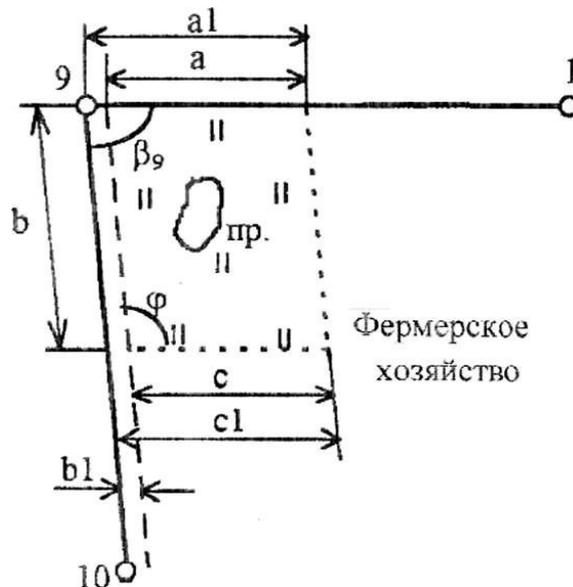


Рисунок 2. Схема участка сенокоса с прудом

Вычислить значение угла  $\beta_9$  по формуле:  $\beta_9 = \alpha_{9-10} - \alpha_{9-1}$ , (3)

$$\alpha_{9-10}$$

$$\Delta x_{9-10} = x_{10} - x_9$$

$$\Delta y_{9-10} = y_{10} - y_9$$

$$\alpha_{9-1}$$

$$\Delta x_{9-1} = x_1 - x_9$$

$$\Delta y_{9-1} = y_1 - y_9$$

По найденным значениям приращений координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$ , вычислить табличный угол

$$\operatorname{tg} r_{9-10} = \Delta y_{9-10} / \Delta x_{9-10}$$

$$\operatorname{tg} r_{9-1} = \Delta y_{9-1} / \Delta x_{9-1}$$

отсюда

$$r = \operatorname{arctg} |\Delta y / \Delta x|$$

По знакам приращений координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$  определить, в какой четверти находится данное направление. Затем, руководствуясь соотношением между табличным и дирекционным углами, находим дирекционный угол направлений 9-10 и 9-1.

Подставить значения в формулы (3) и (2).

Вычислить площадь пруда по данным абриса, используя формулу

трапеции:

$$P_{\text{пруда}(га)} = \frac{a+b}{2} \cdot h \quad (4)$$

Площадь проектируемой дороги в фермерском хозяйстве вычислить по формуле:

$$P_{\text{дор.}(га)} = b \cdot 5(м) \quad (5)$$

Рассчитать состав площадей участка сенокоса с прудом по угодьям (табл. 3). Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

Таблица 3 – Состав площадей

Название угодий	Площадь, га
Сенокос	
Под водой	
Всего	
Дорога	

В соответствии с рисунком 3, по результатам измерений в натуре вычислить площадь леса. Для этого рассчитать угол при точке 3 как разность дирекционных углов линий 3-2 и 3-4.

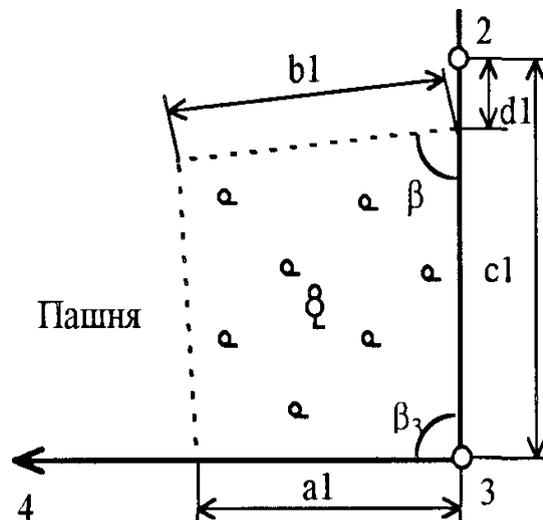


Рисунок 3. Схема участка леса

Площадь леса вычислить по формуле:

$$2P_{\text{лес}(га)} = a_1 (c_1 - d_1) \sin \beta_3 + b_1 (c_1 - d_1) \sin \beta + a_1 b_1 \sin (\beta + \beta_3) \quad (6)$$

3-180

Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ ГРАФИЧЕСКИМ (ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ) СПОСОБОМ

Графический способ определения площадей по плану иначе называют геометрическим. Состоит в том, что участки, изображённые на плане, разбивают на простые фигуры: треугольники, трапеции, параллелограммы.

Графический способ менее точен, потому что, помимо погрешностей измерений на местности на точность вычисленной площади влияют погрешности составления плана и определения площади по плану. Применяют для определения площадей и землепользований, и полей севооборотов, и контуров угодий, ограниченных ломаными линиями.

Площади различных геометрических фигур вычисляют по формулам: для треугольника

$$P_{(за)} = \frac{1}{2}ah = \frac{1}{2}absin \beta ,$$

где  $a, b, c$  – горизонтальное проложение сторон в метрах;

$h$  – высота в метрах;

$\beta$  – угол между сторонами  $a$  и  $b$  треугольника.

для параллелограмма

$$P_{(за)} = ah$$

для трапеции

$$P_{(за)} = \frac{a+b}{2} \cdot h$$

для четырехугольника

$$2P_{(за)} = ab \cdot \sin \beta_1 + cd \cdot \sin \beta_2$$

где  $\beta_1, \beta_2$  – углы между соответствующими сторонами.

Для контроля такие измерения и вычисления повторяют при других исходных данных. Вычисления площади каждой фигуры определяют дважды: по двум различным основаниям и высотам.

Допустимое расхождение между двумя значениями площади определяют по формуле:

$$\Delta_{P_{\text{Пред}}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{(за)}},$$

где  $M$  – знаменатель численного масштаба плана;

$P$  – площадь треугольника, га.

Определить графическим способом площадь производственного центра, разбив его на простейшие геометрические фигуры – треугольники. В каждой фигуре на плане измеряем высоту и основание, по которым вычисляем площадь, используя следующую формулу:

$$P_{(за)} = \frac{1}{2} a \cdot h,$$

где  $h$  – высота в метрах;

$a$  – основание в метрах.

Сумма площадей фигур даст площадь производственного центра.

$$P_{\text{пр.ц}_{(за)}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

Для контроля, следует вычислить площадь каждого треугольника, используя формулу Герона:

$$P_{(за)} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

где  $a, b, c$  – горизонтальное проложение сторон, м;

$$p = \frac{1}{2} (a + b + c)$$

$p$  – полупериметр, м

Горизонтальное проложение сторон в треугольнике определить по

формуле:  $S = \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2}$

Результаты вычислений представить в таблице 4. Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

Определить площадь леса как площадь двух треугольников  $3FH$  и  $3FG$  (рис. 4).

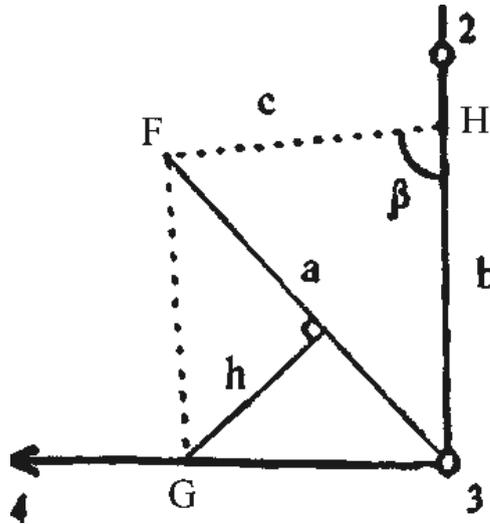


Рисунок 4. Схема участка леса

Площадь треугольника  $3FH$  вычислить аналитически, а площадь треугольника  $3FG$  вычислить графически. При этом основание треугольника  $F-3$  и высоту  $h$  измерить графически на плане.

Результаты вычислений представить в таблице 4. Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

В соответствии с рисунком 6 определить графическим способом площадь пашни восточной части поля VII.

Площадь пашни восточной части поля VII вычислить по формуле:

$$P_{VII(за)} = \frac{1}{2} a_1 h_1 + \frac{1}{2} a_2 (h_2 + h_3) - P_{лес} - P_{дор} \quad (7)$$

При этом основание треугольника  $a$  и высоту  $h$  измерить графически на плане.

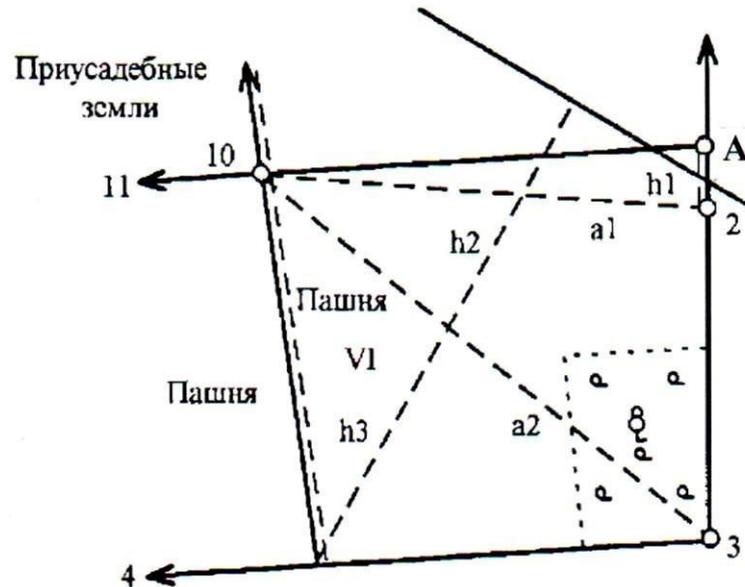


Рисунок 5. Схема участка пашни восточной части поля VI

Построить квадратную или параллельную палетку для масштаба плана и, пользуясь ей, определить площади заболоченных сенокосов, прудов в северной и южной части землепользования. Результаты вычислений округлить до 0,01 га. и записать в таблицу 4.

Таблица 4 – Состав площадей по угодьям

Способ определения площади	Угодья	Площадь, га
1	2	3
Аналитический	Пруд в северной части	
	Пруд в южной части	
	Лес	
	Пр. центр	
	Приусадебные земли	
	Полигон -I	
	Полигон -II	
	Сенокос заболоч.-I	
	Сенокос заболоч.-II	

1	2	3
Графический	Пруд в северной части	
	Пруд в южной части	
	Пр. центр	
	Сенокос заболоч.-I	
	Сенокос заболоч.-II	
Графоаналитический	Лес	

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Механический способ определения площадей основан на использовании специального прибора – планиметра. Планиметром называют механический прибор, который путём обвода плоской фигуры определяет её площадь.

Площади контуров сельскохозяйственных угодий определяют преимущественно планиметром.

Для контроля и повышения точности результатов измерений площадь участка следует измерять при двух положениях полюса планиметра относительно счётного механизма: «полюс лево» (ПЛ) и «полюс право» (ПП).

Перед измерением площади участка план или карту закрепить на гладкой горизонтальной поверхности. При работе с планиметром обводы делают при среднем прямом угле между рычагами и так, чтобы этот угол был не менее  $30^\circ$  и не более  $150^\circ$ . При переходе планиметра через склейку измерительный ролик должен проходить перпендикулярно склейке.

Площади контуров ситуации определяют двумя обводами при одном положении полюса, а площади землепользований или секций – при двух, по три обвода в каждом положении.

Механический способ определения площадей является наиболее распространённым, но наименее точным. На точность механического определения площадей влияет:

1. погрешность измерения на местности;
2. погрешность составления топографической основы;
3. деформация топографической основы;
4. погрешность самого прибора.

#### 4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНЫ ДЕЛЕНИЯ ПЛАНИМЕТРА

Перед измерением площадей механическим способом необходимо определить цену деления прибора. Цена деления бывает абсолютной ( $\mu_{абс}$ ), если она выражена в мм<sup>2</sup>/дел., и относительной ( $\mu_{отн}$ ), если выражена в м<sup>2</sup>/дел. или га/дел. с учётом масштаба данного плана (карты).

Для определения цены деления планиметра выбирать фигуру, площадь которой  $P_o$  известна заранее (один или несколько квадратов координатной сетки). С целью получения более высокой точности выбранную фигуру обводят по контуру шесть раз: три раза при положении «полюс право» (ПП) и три – при положении «полюс лево» (ПЛ).

Цену деления планиметра определяем по

$$\mu = \frac{P_o}{n_{cp}}, \quad (8)$$

где  $P_o$  – площадь квадратов координатной сетки, га;

$n_{cp}$  – среднее значение разности отсчётов.

Цену деления выражают четырьмя – пятью значащими цифрами в зависимости от величины первой цифры.

## 4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО СПОСОБУ А.Н.САВИЧА

Способ А.Н.Савича применяют для определения больших площадей планиметром с учётом теоретической площади квадратов, когда межевые знаки по границам землепользования не имеют вычисленных значений координат или границы проходит по кривым линиям живых урочищ.

По точности он приравнен к аналитическому определению площадей.

Сущность способа состоит в том, что площадь участка (рис. 6), заключённая в целое число квадратов координатной сетки  $P_0$ , определяется по их числу. Планиметром обводятся линии площади секций, выходящие за пределы этих квадратов  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  и дополнения их до целых квадратов сетки  $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ .

Вычисленная площадь по способу А.Н.Савича является теоретической.

Искомая площадь участка вычисляется по формуле:

$$P = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad (9)$$

Составить схематический чертёж секций в части землепользования с производственным центром. Один из вариантов представлен на рисунке 6.

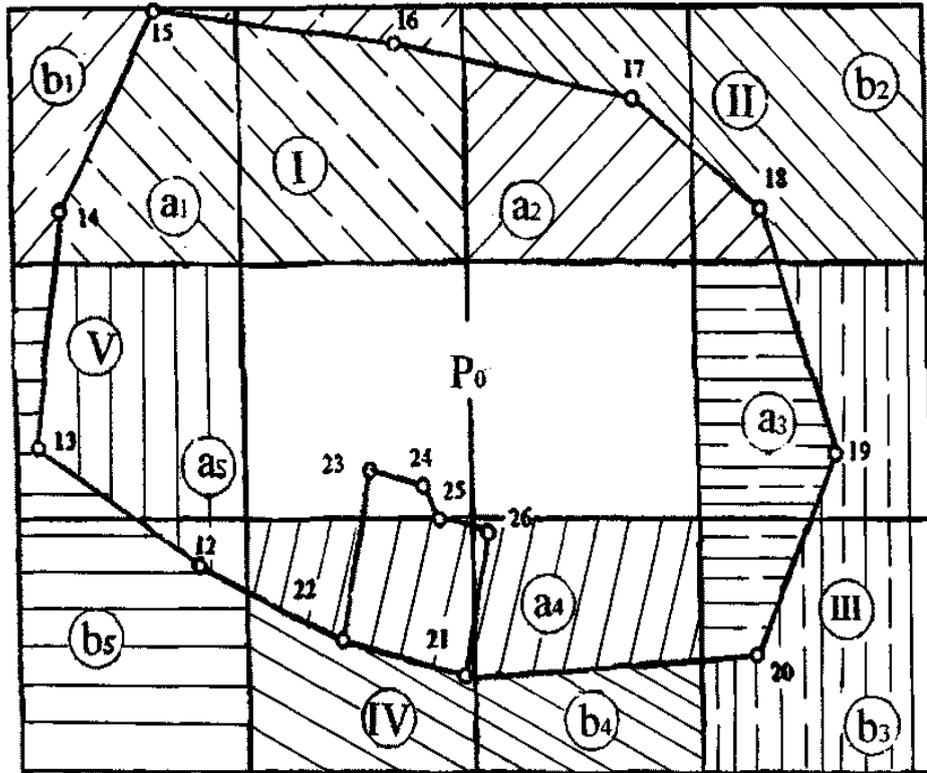


Рисунок 6. Схема секций при определении площади по способу А.Н.Савича

На схематическом чертеже обозначить:

$P_0$  – площадь квадратов координатной сетки, которая не определяется планиметром;

I, II, III, IV, V – номера секций;

$a_i$  – часть участка землепользования в секции  $i$ , выходящая за пределы площади  $P_0$ ;

$b_i$  – соответствующие части  $a_i$  дополнение в секции до целых квадратов координатной сетки.

Определить площади частей секций  $a_i$  и  $b_i$  при ПП и ПЛ двумя обводами планиметра при каждом положении полюса.

Образец ведомости вычисления площади по способу А.Н.Савича представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Ведомость вычисления площади по способу А.Н.Савича  
Планиметр № 687

№секции	Обозначение части секции		Отсчеты прибора	Среднее из разностей	Цена деления планиметра, га	Площадь в делениях планиметра га	Площадь целых квадратов, га	Площадь секции, га
1	2		3	4	5	6	7	8
I	$a_1$	ПП	96,4	96,12	0,99985	96,12	200	
		ПЛ	95,87					
	$b_1$	ПП	108,4	108,1		108,1		
		ПЛ	107,80					
$a_1 + b_1$							204,22	
II	$a_2$	ПП	82,80	82,23	0,99985	82,23	200	
		ПЛ	81,65					
	$b_2$	ПП	121,13	120,98		120,98		
		ПЛ	120,82					
$a_2 + b_2$							203,21	
III	$a_3$	ПП	88,35	89,1	0,99985	89,1	200	
		ПЛ	89,85					
	$b_3$	ПП	113,86	114,70		114,70		
		ПЛ	115,54					
$a_2 + b_2$							203,8	
Сумма площадей $a_i$				Площадь квадратов $P_0$				200,00

Площадь землепользования  $P_{теор.} = 377,77 + 200,00 = 577,77$  (га).

### 4.3 СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЬКИ (СХЕМЫ) КОНТУРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПЛОЩАДЕЙ ПЛАНИМЕТРОМ

Массив пашни в части землепользования с производственным центром разделить на контуры в соответствии с рисунком 7, при этом границы между ними провести карандашом. Линии 23-*L* и *N-K* должны быть параллельны линии 13-12, что при последующем проектировании полей обеспечит параллельность противоположных длинных сторон.

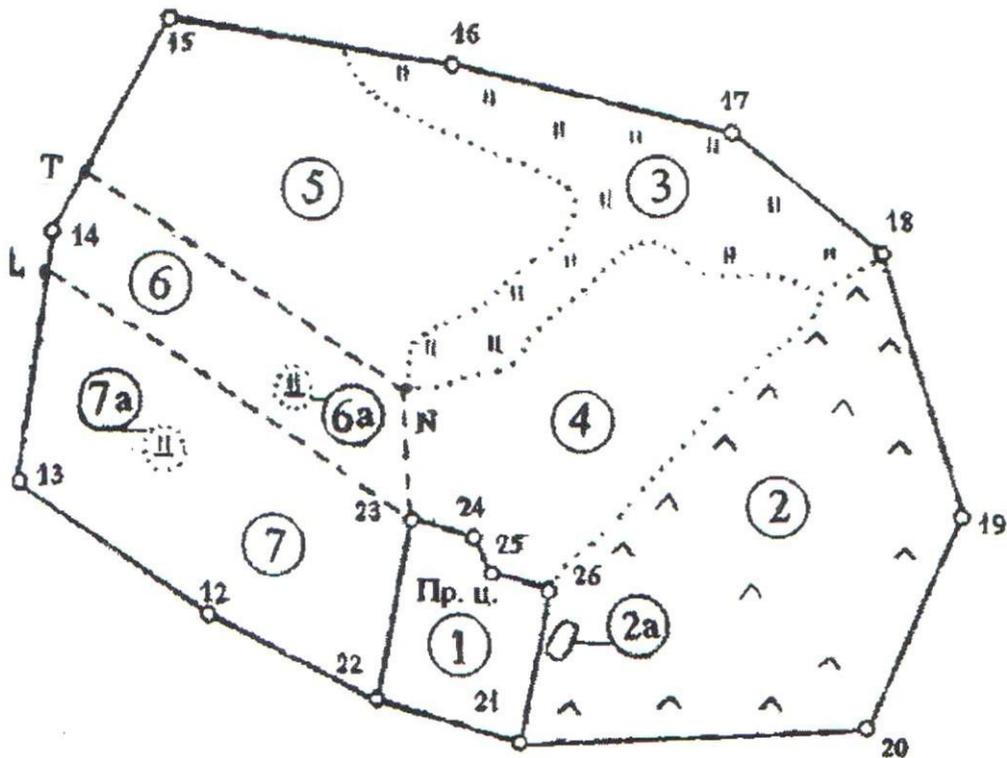


Рисунок 7. Часть землепользования АО «Луч»

Изготовить кальку контуров – копию с плана северной части землепользования на восковке с координатной сеткой и её подписями, с нумерацией и подписями площадей каждого контура (в числителе номер контура, а в знаменателе – площадь контура, вычисленная и записанная в столбце 8 таблице 6).

Вкрапленный контур следует обозначить тем же номером, что и участок, в который он вкраплен с добавлением индекса «а».

На кальке контуров условные знаки земельных угодий вычерчиваются разреженно, в верхней части указывается название, в нижней – масштаб плана.

Площадь каждого контура определить при одном положении полюса двумя обводами планиметра (табл. 6).

Обвод участка следует производить при среднем прямом угле между рычагами и начинать его в таком положении планиметра, когда угол между рычагами близок к прямому.

Площади вкраплённых контуров определить палеткой или планиметром способом повторений, а в случае подходящей геометрической формы – графически (табл. 6).

Площади участков угодий (столбец 4) вычислить по среднему значению цены деления планиметра (таблица 5, столбец 5), округляя значения площадей до 0,01 га.

После определения площадей определить невязку –  $f_n$ .

$$f_n = P_{\text{практ.}} - P_{\text{теор.}} \quad (10)$$

*Примечание.* Площадь, рассчитанная методом Савича – теоретическая, а площадь, рассчитанная в таблице 6 – практическая.

Относительная невязка не должна превышать допустимую, т.е

$$f_n \leq f_{\text{доп}} \quad (11)$$

Допустимую невязку рассчитать по формуле:

$$f_{\text{доп}} = \sqrt{0,7\mu} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{\text{теор}}}, \quad (12)$$

где  $\mu$  – цена деления планиметра, га;

$n$  – число контуров, площади которых определяются планиметром;

$M$  – знаменатель масштаба плана;

$P_{\text{теор}}$  – общая площадь участка, га.

Если невязка допустима, распределить поправки с обратным знаком пропорционально площади угодий

$$i = \frac{P_i \cdot f_n}{P_{\text{практ.}}}, \quad (13)$$

где  $P_i$  – площадь контура, га;

$f_n$  – невязка;

$P_{\text{практ.}}$  – площадь, рассчитанная в таблице 6, га.

Таблица 6 – Вычисление площадей контуров ситуации планиметром  
Планиметр №.....  $\mu = \dots\dots$

№ контура на плане	Название угодья	Среднее из разности отсчётов	Вычисленная площадь, га	Поправки, га	Увязанная площадь, га	Площадь вкраплённых контуров, га	Площадь сельскохозяйственных угодий, га
1	Пр. центр						
2	Выгон						
2а	Под водой						
3	Сенокос						
4	Пашня -1						
5	Пашня -2						
6	Пашня -3						
6а	Сенокос (заболоч.)						
7	Пашня - 4						
7а	Сенокос (заболоч.)						
	Всего		*				
	о Должно быть						
	Невязка						
	Доп. невязка						

Примечание \* Без вкраплённых контуров

*Пример расчёта вычисления площадей контуров ситуации плани-  
метром*

Планиметр №.....  $\mu = 0,08755$  га

№ контура на плане	Название угодья	Среднее из разности отсчётов	Вычисленная площадь, га	Поправки, га	Увязанная площадь, га	Площадь вкраплённых контуров, га	Площадь сельскохозяйственных угодий, га
1	Пр. центр	аналитически	45,48	+ 0,09	45,57		45,57
2	Выгон	152	13,31	+ 0,04	13,35		13,02
2а	Под водой	палеткой				0,33	0,33
3	Сенокос	377,5	33,05	+ 0,07	33,12		33,12
4	Пашня -1	1671	146,30	+ 0,17	146,47		146,47
5	Пашня -2	1025	89,74	+ 0,13	89,87		89,87
6	Пашня -3	1520	133,08	+ 0,16	133,24		127,02
6а	Сенокос (заболоч.)	палеткой				6,22	6,22
7	Пашня - 4	1325	116,00	+ 0,15	116,15		111,92
7а	Сенокос (заболоч.)	палеткой				4,23	4,23
		Всего	576,96	+ 0,81	577,77	-	577,77
		Должно быть	577,77				
		Невязка	- 0,81				
		Доп. невязка	1,44				

## 5 СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСА ЗЕМЕЛЬ ПО УГОДЬЯМ

По результатам определения площадей сельскохозяйственных угодий составить общий баланс земель на момент землеустройства (табл.7).

Таблица 7 – Состав земель АО «Луч» по угодьям (в гектарах)

Виды угодий	Общая площадь	Пашня	Сад	Фермерские хозяйства	Дачные участки	Сенокос		Пастбище	Лес	Усадебные земли	Производственный центр	Под водой	Под дорогами и про- гонами	
						всего	в том числе							
							сухо- дольный							заболо- ченный
На момент землеустройства														

Общая площадь определяется как сумма площадей части землепользования с приусадебными землями и площади части землепользования, определённой по способу А.Н.Савича.

Площадь определённая аналитическим способом, приусадебных земель, производственного центра, леса, под водой выписывается из таблицы 4.

Площадь пашни определяется как сумма площадей пашни в части землепользования с производственным центром и в части землепользования с приусадебными землями.

Площадь пастбища выписывается из таблицы 6 столбец 8, площадь под дорогами из таблицы 3.

На момент землеустройства площадь под сады не выделена.

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ БУМАГИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ

При определении линий и площадей по плану графическим или механическим способом (при помощи измерителя, планиметра) учитывают деформацию бумаги. Величина деформации характеризуется ко-

эффицентом деформации, определяемым в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Коэффициенты деформации определить по формулам:

$$q_x = \frac{l_{xo} - l_x}{l_{xo}}, \quad q_y = \frac{l_{yo} - l_y}{l_{yo}}, \quad (14)$$

где  $l_{xo}$ ,  $l_{yo}$  – теоретическая длина линии, значащаяся на плане, например, длина сторон нескольких квадратов координатной сетки, м;

$l_x$ ,  $l_y$  – результат измерения этой линии по плану, м.

Величина зависит от сорта бумаги, условий хранения плана, времени, которое прошло с момента составления плана. Если бумага деформируется в двух взаимно перпендикулярных направлениях одинаково, то учесть деформацию нетрудно.

Среднее значение коэффициента деформации вычислить по формуле:

$$q_{cp} = \frac{1}{2} (q_x + q_y) \quad (15)$$

Результаты измерений и вычислений оформить в таблице 8.

Таблица 8 – Коэффициент деформации топографической основы

Часть землепользования	Длина сторон квадратов, м		Коэффициент деформации		
	теоретическая	измеренная на плане	$q_x$	$q_y$	$q_{cp}$
Северная	$l_{xo} = \dots$ $l_{yo} = \dots$	$l_x = \dots$ $l_y = \dots$	_____	_____	_____
Южная	$l_{xo} = \dots$ $l_{yo} = \dots$	$l_x = \dots$ $l_y = \dots$	_____	_____	_____

Поправки за деформацию, если они превышают допустимую величину, учесть в результатах графических измерений на плане.

## 7 ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ

Произвести оценку точности (вычислить средние квадратические погрешности) определения площадей следующих участков:

- 1) усадебные земли;
- 2) пастбища;
- 3) пашня (контур 4);
- 4) пашня (контур 7).

При вычислениях учесть:

а) если площадь участка определяется по аналитическим (вычисленным) координатам точек, на погрешность площади влияют только погрешности измерений на местности (главным образом относительные погрешности измерения линий), которые определяются по формуле

$$m_i^p = P / 2000 \quad (16)$$

б) если площадь участка определяется по плану, на погрешность площади влияют погрешность измерения на местности и погрешности нанесения точек границы участка на план, которые определяют по формуле:

$$m_{p_i} = m_t \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{\quad} \quad (17),$$

где  $m_t =$  см – погрешности нанесения точек на план по координатам 0,018

там;  $m_t = 0,04$  см – погрешности положения контурных точек на плане.

в) если площадь участка определяется планиметром по плану, на погрешность площади влияют погрешность измерений на местности и

погрешности нанесения на план точек границы участка (по координатам или контурных), по формуле:

$$m_{p_i}^{(за)} = 0,5 \cdot \mu + 0,007 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P} + 0,0003 \cdot P \quad (18)$$

Суммарная погрешность определения площади вычисляется по формуле:

$$m_p^{(за)} = \sum_{P_i} m_i^2, \quad (19)$$

Расчёты и вычисления привести в пояснительной записке.

### *Пример расчёта*

Оценить точность определения площади 5-го участка пашни.

Площадь участка  $P = 112$  га определена двумя обводами планиметра на плане масштаба 1:10000. Цена деления планиметра  $\mu = 0,08755$  га. Участок заключён в основном между контурными точками, погрешности положения которых на плане  $m_i = 0,04$  см.

На погрешность площади влияют:

1. Погрешности измерений на местности:

$$m_{p1} = 112 / 2000 = 0,06 \text{ (га)}$$

2. Погрешности положения контурных точек на плане:

$$m_{p2} = 0,04 \frac{10000}{10000} \cdot \sqrt{12} = 0,42 \text{ (га)}$$

3. Погрешности определения площади планиметром:

$$m_{p3} = 0,5 \cdot 0,09 + 0,007 \frac{10000}{10000} \sqrt{12} + 0,0003 \cdot 112 = 0,15 \text{ (га)}$$

4. Суммарная погрешность определения площади:

$$m_p^2 = 0,06^2 + 0,42^2 + 0,15^2 = 0,22 \text{ (га)}$$

$$m_p = 0,47 \text{ (га)}$$

Ответ: Площадь 5-го участка пашни определена с погрешностью  $m_p = 0,47$  га.

## 8 ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Проектирование участков технически является действием, обратным вычислению площадей, но более трудоёмким, так как площадь определяется по формуле Ленца, а элементы, образующие заданную площадь, приходится подбирать, учитывая различные специальные требования.

Очень часто проектирование ведется методом последовательного приближения, т.е. предварительно определяют тем или иным способом (или даже на глаз) границы участка заданной площади, вычисляют эту площадь, а потом проектируют недостающую или избыточную площадь до получения участка заданной площади.

Проектирование так же, как и вычисление площадей, выполняют по известному правилу – от общего к частному, т.е. группами участков, после чего в каждой группе проектируют отдельные участки. Если же вести проектирование от частного к общему, то сумма площадей отдельных участков может существенно отличаться от заданной за счёт погрешностей при определении границ отдельных участков.

В границах участков, кроме используемых (чистых) площадей, надо предусмотреть площади для дорог. Все вместе они составят общую площадь.

Для своевременного обнаружения грубых ошибок применяют текущий контроль правильности проектирования участков, а вычисленные расстояния контролируют графическими определениями по плану.

Аналитическое проектирование – это проектирование объектов, по результатам измерения местности. При этом аналитическое проектирование можно производить по схематическому чертежу до производства плана или карты.

Методы аналитического проектирования:

- 1) метод треугольников;
- 2) метод трапеции;
- 3) метод четырехугольника.

Так как аналитическое проектирование производится по данным, полученным непосредственно на местности, то оно является самым высокоточным.

При аналитическом проектировании решаются прямые и обратные геодезические задачи. Прямая геодезическая задача – нахождение координат по результатам измерений длин линий и углов на местности. Обратная геодезическая задача – по координатам производится определения длин линий и величин дирекционных углов.

Таким образом, на точность аналитического проектирования влияют только погрешности измерения на местности.

Аналитическое проектирование применяется при проектировании высокоточных объектов, таких как:

- 1) технические и специальные севообороты (последовательно от массива к полям);
- 2) промеры инженерных сооружений;
- 3) проектирование границ кварталов и магистральных дорог, населённых пунктов.

Аналитическое проектирование чаще применяется в тех случаях, если существует необходимость в строгом соблюдении:

- 1) параллельности сторон;

- 2) перпендикулярности сторон;
- 3) условных величин объекта.

При проектировании аналитическим способом длину проектных линий следует вычислять до 0,01 м, а площади проектируемых участков – до 0,01 га. При расчётах для значений тригонометрических функций после запятой удерживать 5 знаков.

## 8.1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАНИЦ КВАРТАЛА САДА

Проектная площадь квартала сада (не включая в неё площадь дороги вдоль линии 8-11) задается преподавателем.

По заданию на проектирование, в части землепользования с лесом на пахотном массиве проектируем полевую дорогу шириной 5 метров, вдоль границы 8-11 и участок сада относительно линии 8-7.

Составить схематический чертёж (рис. 8). На чертеже провести линию 8-D, параллельную проектной линии 3-4 (дирекционный угол этой линией равен  $\alpha_{3-4}$ ).

Проектирование границ квартала сада производится в два этапа: часть методом треугольника, а недостающую часть методом трапеции.

По дирекционным углам вычислить углы треугольника 7-8-D (табл. 9) по разнице соответствующих дирекционных углов.

Таблица 9 – Вычисление углов треугольника

Угол	Формула	Значение
$\delta$		
$\varepsilon$		
$\psi$		
	Итого	180°00'

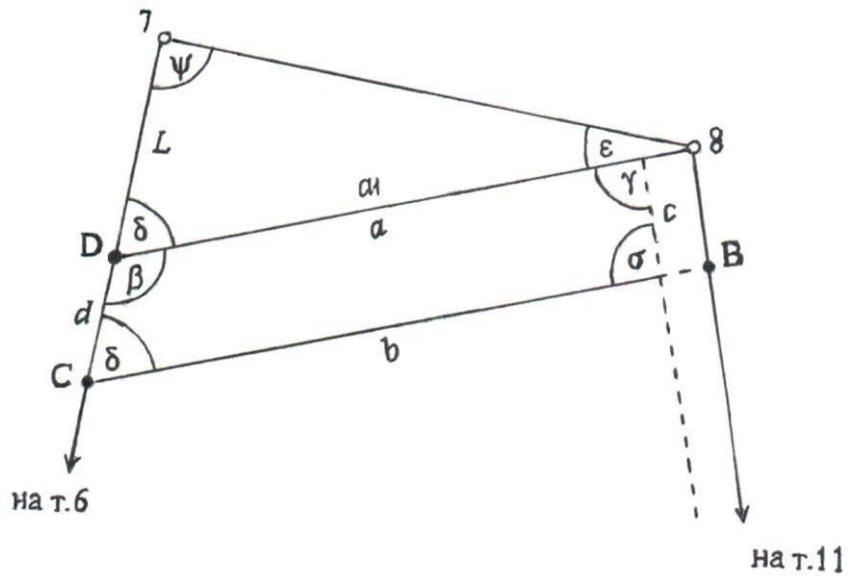


Рисунок 8. Проектирование квартала сада методом треугольника и трапеции

Из решения треугольника 7-D-8 найти стороны  $a_1$  и  $L$

. Таблица 10 – Схема решения треугольника

Порядок действий	Обозначение	Значение	Порядок действий	Обозначение	Значение
1	$\delta$		5	$\sin\delta$	
2	$\epsilon$		6	$\sin\epsilon$	
3	$\psi$		7	$\sin\psi$	
4	$S_{7-8}$		9	$k = S_{7-8} / \sin\delta$	
8	$a_1 = k \sin\psi$		10	$L = k \sin\epsilon$	

Вычислить площадь треугольника (результаты округлить до целых квадратных метров):

$$2P_{\Delta} = a_1 L \sin\delta \quad (20)$$

$$2P_{\Delta} = S_{7-8} a_1 \sin\epsilon \quad (\text{контроль}) \quad (21)$$

$$2P_{\Delta} = S_{7-8} L \sin\psi \quad (\text{контроль}) \quad (22)$$

Полученную площадь треугольника сравниваем с проектной площадью. Площадь треугольника меньше заданной проектной площади, недостающую площадь проектируем методом трапеции, по формуле

$$P_{\text{трап}} = P_{\text{пр}} - P_{\Delta} \quad (23)$$

Угловые значения, необходимые для проектирования методом трапеции найти при помощи решения обратной геодезической задачи.

Таблица 11 – Вычисление углов трапеции

Угол	Формула	Значение
$\delta$		
$\beta$		
$\gamma$		
$\sigma$		

Линейное значение  $a_1$  уменьшить на ширину дороги:

$$a_{(м)} = a_1 - 5,00 \quad (24)$$

Недостающую до проектной  $P_{трап}$  спроектировать трапеции площади в таблице 10 по формулам:

$$b^2 = a^2 - 2P(ctg\beta + ctg\gamma)$$

$$b = \sqrt{a^2 - 2P(ctg\beta + ctg\gamma)} \quad (25)$$

(при вычислении по этой формуле особое внимание уделить знакам котангенсов, так как котангенс тупого угла является отрицательным значением).

$$h = \frac{2P}{a + b}, \quad c = \frac{h}{\sin \gamma}, \quad d = \frac{h}{\sin \beta} \quad (26)$$

Провести проверку правильности проектирования площади квартала сада по сумме площадей двух треугольников 7-8-B и 7-B-C, при этом длину отрезка  $b$  увеличить на 5,00 м (рис. 9).

$$P_{сада} = P_{\Delta 7-8-B} + P_{\Delta 7-B-C} \quad (27)$$

$$2P_{\Delta 7-8-B} = S_{7-8} \cdot c \cdot \sin(\varepsilon + \gamma) \quad (28)$$

$$2P_{\Delta 7-B-C} = (L + d) \cdot (b + 5,00) \cdot \sin\delta \quad (29)$$

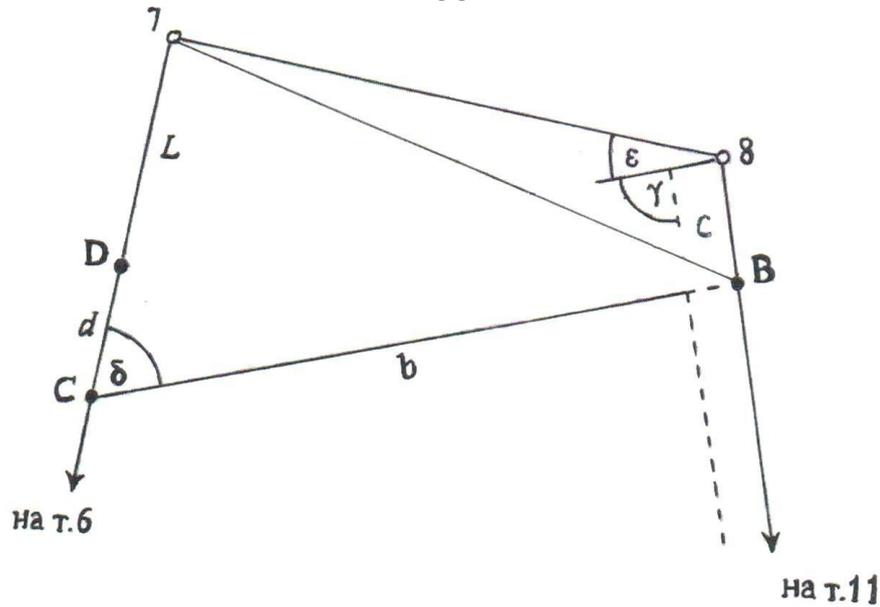


Рисунок 9. Контроль проектирования квартала сада

Расхождение с проектной площадью не должно превышать 0,02 га.

Таблица 12 – Проектирование методом трапециями квартала сада и фермерских хозяйств

Порядок действий	Обозначение	Сад	Фермерские хозяйства			
			5	4	3	2
1	$P$ , га					
2	$2P$ , $m^2$					
3	$\beta$ ( $\gamma$ )					
4	$\gamma$ ( $\delta$ )					
6	$ctg\beta$					
7	$ctg\gamma$					
8	$ctg\beta + ctg\gamma$					
9	$a^2$					
10	$2P(ctg\beta + ctg\gamma)$					
11	$b^2$					
12	$b$					
5	$a$					
13	$a + b$					
14	$h$					
15	$c$					
16	$d$					

Определить состав квартала сада по видам угодий (табл. 13).

Таблица 13 – Расчёт площадей сада по видам угодий

Название угодий	Площадь, га
Сад	
Под дорогами	
Всего	

Спроектированный квартал сада и дорогу вдоль линии 8-11 нанести на план, написать на нём промеры вдоль сторон 8-7 и 8-11 до точек *B*, *D* и *C*, проконтролировать по плану отрезок  $b + 5,00$  м.

## 8.2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАССИВА ПОД ФЕРМЕРСКИЕ ХОЗЯЙСТВА

Проектная площадь участка чистой пашни под фермерские хозяйства задается преподавателем.

Составить схематический чертеж (рис. 10) и выписать на него имеющиеся данные.

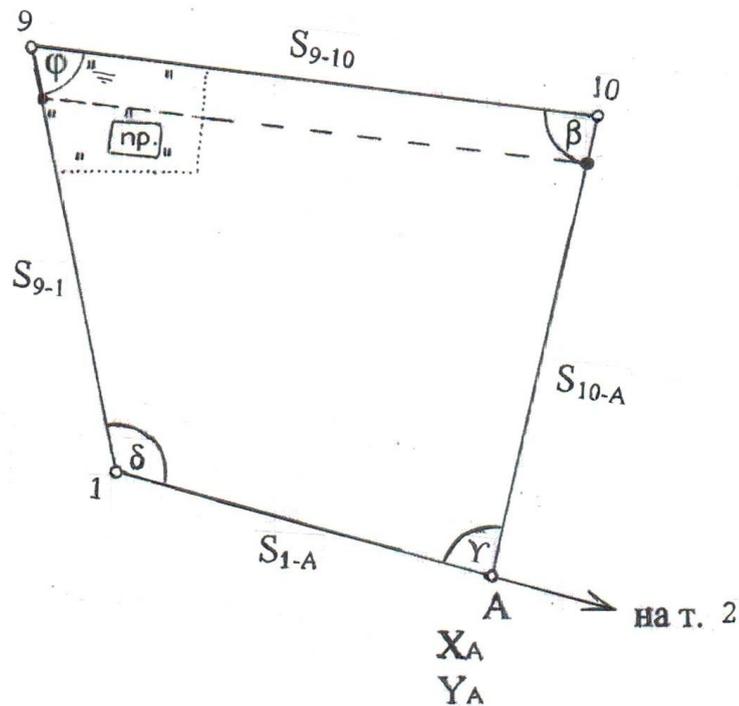


Рисунок 10. Схематический чертёж участка под фермерские хозяйства

Провести на плане землепользования дорогу вдоль линии 9-10 и определить проектную площадь массива фермерских хозяйств  $P$  как сумму площадей (табл. 14):

$P_1$  – чистой пашни, отводимой под фермерские хозяйства;

$P_2$  – участка сенокоса с прудом;

$P_3$  – части проектируемой дороги, проходящей по пашне.

Таблица 14 – Проектные площади под фермерские хозяйства

Обозначение	Площадь, га
$P_1$	
$P_2$	
$P_3$	
$P$	

Решением обратной геодезической задачи (табл. 15) определить направление и длину линии 1-2.

Таблица 15 – Схема решения обратной геодезической задачи по линиям 1-2 и А-10

Порядок действия	Обозначения	Значения величин		Порядок действия	Обозначения	Значение величин	
		1-2	А-10			1-2	А-10
1	$Y_2$			13	$\alpha$		
2	$Y_1$			9	$\sin \alpha$		
5	$Y_2 - Y_1$			11	$S_1$		
3	$X_2$			10	$\cos \alpha$		
4	$X_1$			12	$S_2$		
6	$X_2 - X_1$			14	$S_{cp}$		
7	$\operatorname{tg} r$						
8	$r$						

$$S_1 = \frac{\Delta X}{\cos \alpha} \quad S_2 = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha}$$

Вычислить углы  $\varphi$  и  $\delta$  участка фермерских хозяйств в таблице 16.

Таблица 16 – Вычисление углов

Угол	Формула	Значение
$\varphi$		
$\delta$		

Вычислить длину проектной линии  $S_{1-A}$  в таблице 17 по формуле:

При вычислениях во всех промежуточных произведениях следует удерживать 5 значащих цифр.

Таблица 17 – Вычисление длины проектной линии  $1-A$ 

№	Обозначение	Значение	№	Обозначение	Значение
1	$\varphi$		2	$\delta$	
4	$S_{9-10}$		3	$(\varphi + \delta - 180)$	
5	$S_{9-1}$		4	$\sin\delta$	
6	$2P, м^2$		9	$S_{9-1} \sin\delta$	
7	$S_{9-10} S_{9-1} \sin\varphi$		10	$S_{9-10} \sin(\varphi + \delta - 180)$	
8	$\sum_1$		11	$\sum_2$	
12	$S_{1-A} = \frac{\sum_1}{\sum_2}$				

Вычислить координаты проектной точки  $A$  решением прямой геодезической задачи (табл. 18).

Таблица 18 – Схема решения прямой геодезической задачи

№ точек	$\alpha_{1-A}$	$S$	$\Delta x$	$\Delta y$	$X$	$Y$
1						
A						
2						
		$\sum_{np}$				
		$\sum_m$				

Вычислить внутренние углы  $\beta$  и  $\delta$  с контролем по сумме углов четырехугольника в таблице 19.

Таблица 19 – Вычисление углов четырехугольника

Угол	Формула	Значение
$\varphi$	из пред. вычислений	
$\delta$	из пред. вычислений	
$\beta$		
$\gamma$		
	Итого	360°00′

Полученные проектные линии  $S_{1-A}$  и  $S_{10-A}$  и углы  $\beta$  и  $\gamma$  выписать на схематический чертеж (рис. 8).

В целях контроля проектирования вычислить аналитическим способом площадь массива под фермерские хозяйства (с частью сенокоса с прудом) как сумму площадей двух треугольников.

Расхождение с проектной площадью (являющееся следствием ошибок округлений) не должно превышать 0,02 га.

### 8.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАВНОВЕЛИКИХ ПОЛЕЙ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Вычислить площадь пашни, приходящуюся на одно фермерское хозяйство с округлением до 0,01 га (табл. 20).

$$P_{cp} = P_1 : 5 ,$$

где  $P_1$  – площадь чистой пашни, отводимой под фермерские хозяйства.

Таблица 20 – Проектная площадь фермерских хозяйств

№ полей фермерских хозяйств	1	2	3	4	5
Площадь, га					

Спроектировать участки фермерских хозяйств в форме трапеций в такой последовательности: 5, 4, 3, 2. Границы участков 5 и 4 должны быть параллельными линии 10-А, а границы участков 3 и 2 – параллельными линии 1-А.

Составить схематический чертеж полей фермерских хозяйств (рис. 11).

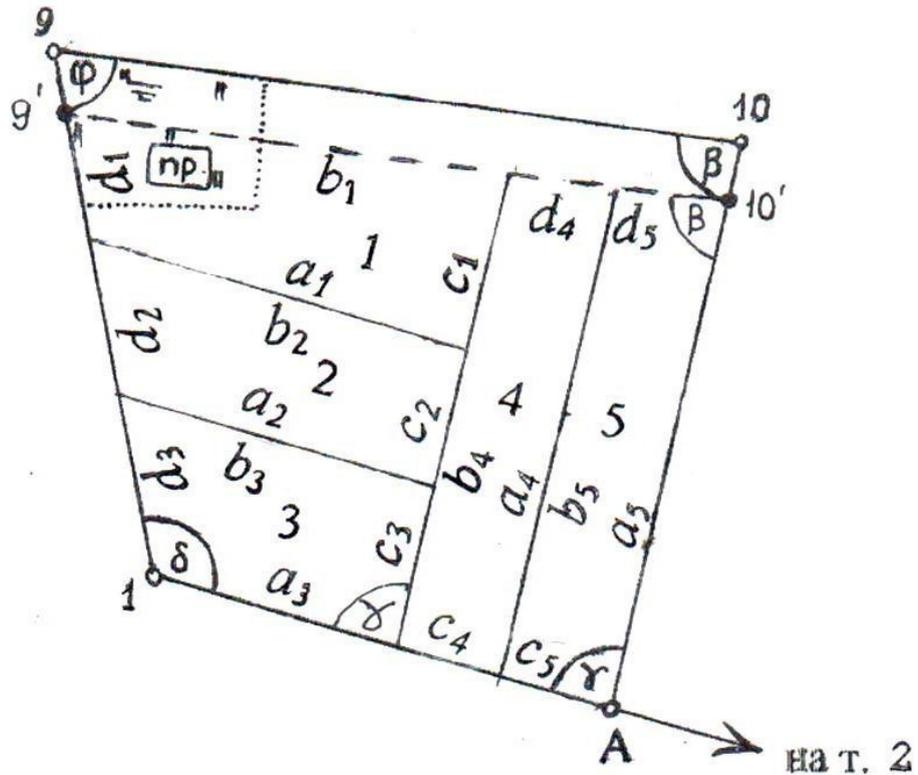


Рисунок 11. Пример размещения полей фермерских хозяйств

Вычисления проводить по тем же формулам, что приведены для проектирования трапецией участка сада (табл.12). Поскольку проектирование ведется по площади чистой пашни, исходное основание трапеции 5 участка  $a_5$  получают, уменьшив  $S_{10-A}$  на величину  $y_2$  (рис. 12), которая равна

$$y_1 = 5,00 / \sin \varphi$$

$$y_2 = 5,00 / \sin \beta$$

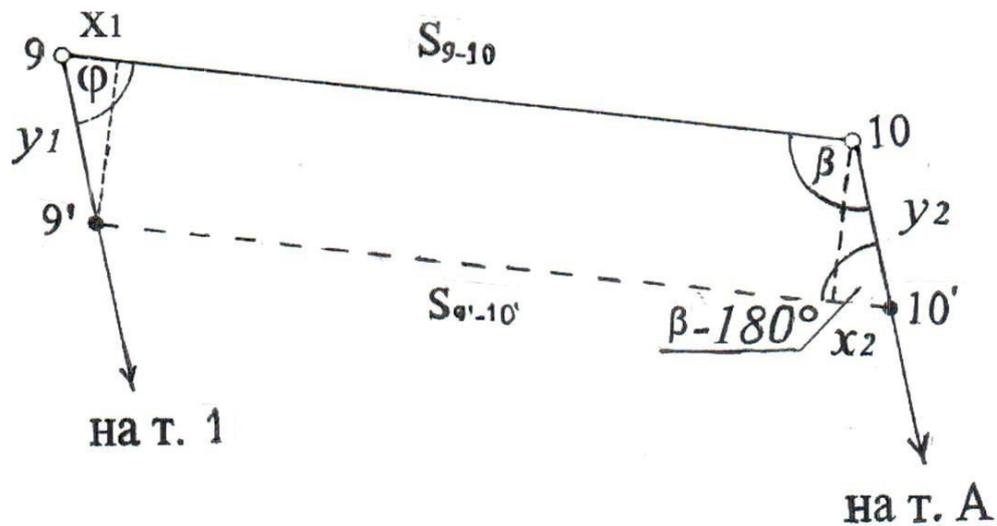


Рисунок 12. Схема проектирования дороги

Рассчитать стороны участка первого хозяйства (рис. 10), учитывая отрезки  $x_1$  и  $x_2$

$$x_1 = \sqrt{y_1^2 - 25}$$

$$x_2 = \sqrt{y_2^2 - 25}$$

$$S_{9'-10'} = S_{9-10} - x_1 + x_2$$

$$b_1 = S_{9'-10'} - d_5 - d_4$$

$$c_1 = b_4 - c_3 - c_2$$

$$d_1 = S_{9-1} - d_3 - d_2 - y_1$$

Контролем проектирования является вычисление площади участка первого фермерского хозяйства, включающего пашню и сенокос с прудом (без дороги). Площади вычислить как сумму площадей двух треугольников:

$$P(\text{га}) = \frac{1}{2} (d_1 b_1 \sin \varphi + a_1 c_1 \sin \gamma)$$

Расхождение с проектной площадью не должно превышать 0,02 га.

Вычисленные значения сторон фермерских хозяйств и дороги выписать на схематический чертеж (рис. 11).

Спроектированные участки нанести на план и написать на нём вдоль линий все необходимые для перенесения в натуру промеры.

Графический способ проектирования состоит в получении исходных данных для проектирования (отрезков, углов или координат) путём измерений по карте (плану) и в последующих вычислениях по этим данным.

Проектируют земельные участки графическим способом, как правило, в два этапа. На первом этапе, в соответствии с заданием, намечают на плане (карте) примерные положения проектной линии. Затем вычисляют площадь спроектированного участка. Вторым этапом проектируют недостающую или избыточную площадь по отношению к её проектным данным.

При графическом проектировании также как и при аналитическом проектировании выполняют треугольником, четырехугольником и трапецией.

Проектирование треугольником выполняют в случае, когда проектная линия проходит через определённую точку, при этом по заданной и известной высоте (или основанию) определяют основание (или высоту) треугольника.

Проектирование трапецией производят, если проектная линия должна проходить параллельно заданному направлению. В этом случае по заданной площади и длине средней линии этой трапеции, определённая по плану, вычисляют высоту трапеции, а потом её боковые стороны. Проектирование трапецией менее точно, чем треугольником, из-за неточного измерения средней линии, так как положение её неизвестно, если неизвестна высота.

## 9.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ОПОРНЫХ ФИГУР И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ ПОЛЕВОГО СЕВОБОРОТА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

В южной части землепользования графическим способом запроектировать три поля полевого севооборота и две полевые дороги вдоль линий  $B-11$  и  $10-K$ . Поля IV и V запроектировать в западной части участка, линиями параллельными  $3-4$ , граница восточной части поля VI (полевая дорога  $10-K$ ). Составить схематический чертеж южной части землепользования (рис. 13).

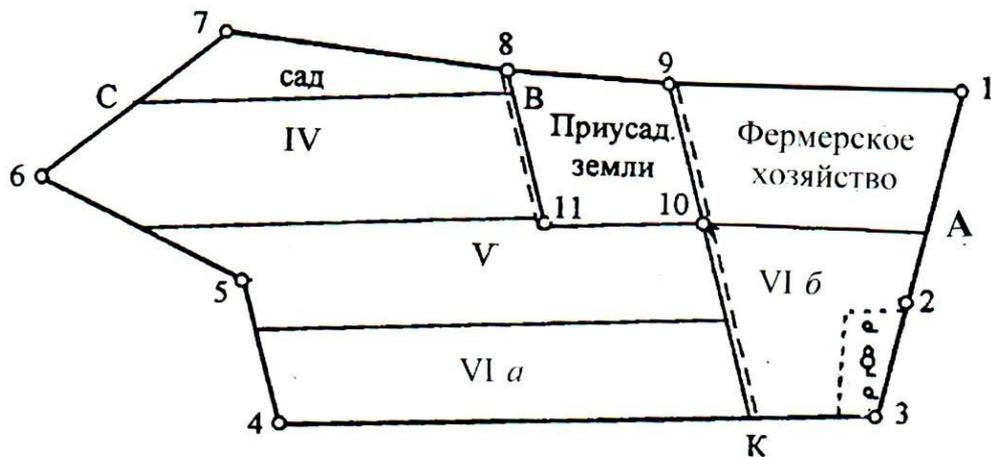


Рисунок 13. Схема проектирования полей в южной части землепользования  
АО «Луч»

Определить проектные площади дорог вдоль линий  $B-11$  ( $P_{дор-1}$ ) и  $10-K$  ( $P_{дор-2}$ ), нанести дороги на план, отложив её ширину в масштабе в восточном направлении от линии.

Вычислить площадь чистой пашни в южной части землепользования, исключив из общей площади земельного участка, вычисленной по формуле Ленца, площади: приусадебных земель, массива фермерских хозяйств (с учётом части сенокоса с прудом и дороги), сада (чистой пашни), дорог вдоль линии  $B-11$ ,  $10-K$  и леса:

$$P_{пашни} = P_{юж.уч.} - (P_{приусад.зем.} + P_{ферм.} + P_{сада} + P_{дор-1} + P_{дор-2} + P_{леса})$$

Вычислить площадь пашни, приходящуюся на одно поле полевого севооборота

$$P_{cp(га)} = P_{пашни} : 3$$

Результаты округлить до 0,01 га с таким расчётом, чтобы сумма площадей была равна общей площади пашни южной части, и занести в таблицу 21.

Таблица 21 – Проектная площадь полевого севооборота

Номер поля	Площадь, га
VI	
V	
IV	

Запроектировать графическим способом восточную часть VI поля, исходящей из точки 10. Площадь определить как сумму трёх треугольников, с последующим исключением площади леса.

На плане землепользования через точки 6, 11, 5 провести линии, параллельные линии 3-4 (рис. 14). Площади образовавшихся четырёх опорных трапеций определить графическим способом (табл. 22).

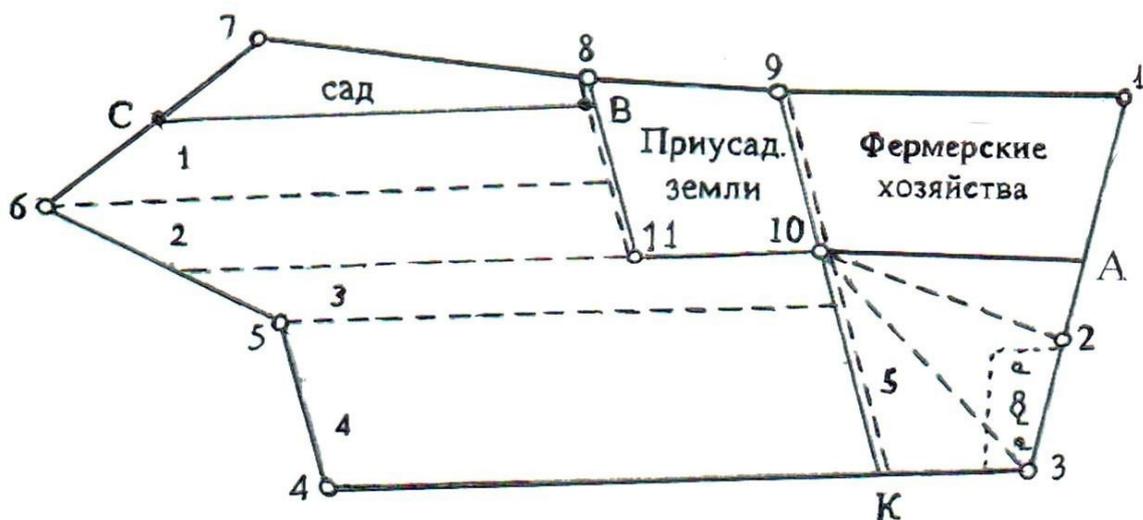


Рисунок 14. Схема опорных трапеций в южной части землепользования АО «Луч»

Таблица 22 – Определение площадей опорных фигур

№ опорной фигуры	1	2	3	4	5
Площадь, га					

Увязать рассчитанные площади с проектной площадью (табл. 23). Для измерения высот трапеций на плане построить линию от границы сада в направлении, перпендикулярном к линии 3-4.

Шестое поле полевого севооборота будет состоять из двух частей VIа и VIб (рис. 13). Часть VIб, V запроектировать графическим способом методом трапеций путём увеличения или уменьшения опорных трапеций до проектных. Вычисления привести в таблице 23.

Таблица 23 – Графическое проектирование трапеций

Номер поля	Проектная площадь, м <sup>2</sup>	Имеется площадь в опорной фигуре ..., м <sup>2</sup>	Опорную фигуру ... уменьшить «-» увеличить «+» м <sup>2</sup>	Приближения			
				$P_{предв}$	$h_{предв} : 2$	$P_{оконч}$	$h_{оконч} : 2$
VIб							
V							
			Контроль				
IV							

Для контроля определить графическим способом площадь поля IV как сумму площадей двух треугольников.

Расхождение с проектной площадью не должно превышать величину погрешности графического проектирования:

$$m_{p_i(за)} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{\quad}$$

## 9.2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАССИВА ПОД ДАЧНЫЕ УЧАСТКИ И ПОЛЕЙ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА МЕХАНИЧЕСКИМ В СОЧЕТАНИИ С ГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Механическое проектирование – это проектирование при помощи планиметра. В чистом виде механическое проектирование фактически никогда не используется, так как этот прибор не дает возможности по заданной площади и одному линейному измерению определить другое линейное измерение. Поэтому возникает необходимость проектировать участки последовательными приближениями до тех пор, пока величина недостающей или излишней площади до заданной не будет превышать допустимой погрешности вычисления площади.

Проектирование участков не выполняют только планиметром, во избежание большого числа приближений при проектировании механический способ комбинируют с графическим, т.е. планиметром определяют площадь участка, спроектированного на глаз, а недостающую или избыточную площадь проектируют графически треугольником или трапецией. Тогда погрешность проектирования участка будет складываться из погрешности определения предварительно спроектированной площади планиметром и погрешности проектирования недостающей или избыточной площади графическим способом.

Графомеханическое проектирование по точности может соответствовать определению площадей, поскольку, линейные измерения определяются на плане; площади часто увязываются с площадями рассчитанным методом Савича. Комбинированное проектирование в землеустройстве чаще всего является основным, так как для проектирования сельскохозяйственных угодий основными условиями являются:

- 1) равновеликость трансформируемых территорий и проектируемых полей;
- 2) соответствие площадей на момент землеустройства и по проекту.

По заданию на проектирование в части северного землепользования необходимо запроектировать:

- 1) массив под дачные участки;
- 2) три поля полевого севооборота;
- 3) скотопрогон (вдоль линии 25-26);
- 4) полевые дороги вдоль границы дачных участков и вдоль линии 23-24-25-26.

При проектировании использовать площади опорных фигур, определённые в таблице 4 (рис. 7). При расчётах все площади записывать с округлением до 0,01 га.

Составить схематический чертёж северной части землепользования (рис. 15).

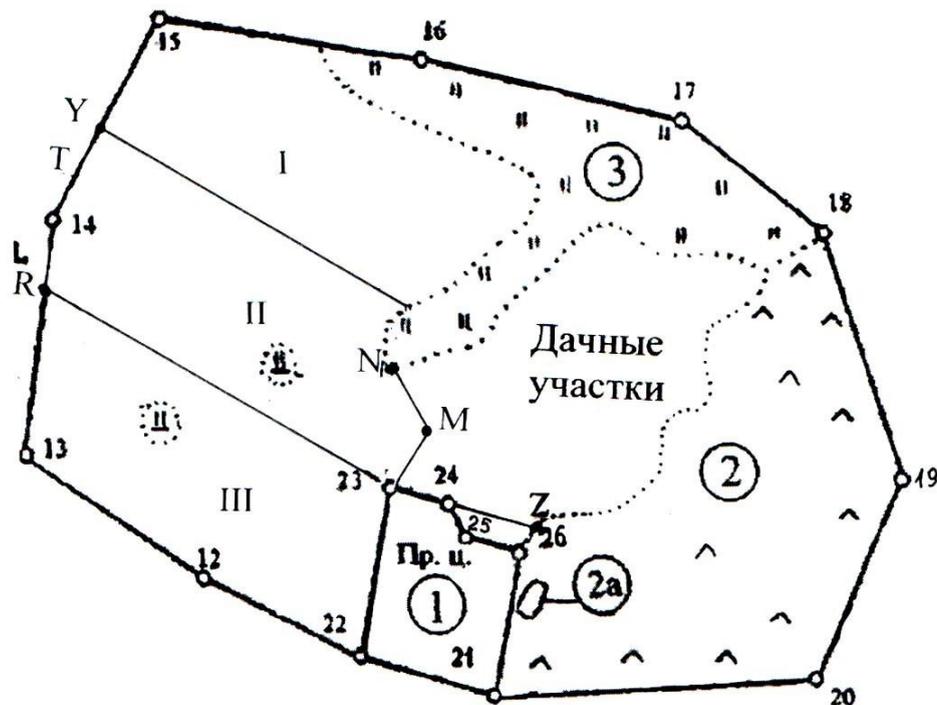


Рисунок 15. Схема северной части землепользования АО «Луч»

Проектирование производится путём разбивки землепользования на контура.

Определить проектную площадь дорог вдоль линий 23-N и 23-24-25-26 и нанести дорогу на план, отложив её ширину в западном направлении от линии:

$$P_{дор.(за)} = S_{23-N} \cdot 5$$

Нанести на план границу скотопрогона линией, параллельной 25-26 и определить его проектную площадь как площадь трапеции:

$$P_{прог.(за)} = \frac{S_{25-26} + S_{24-Z}}{2} \cdot h$$

Площадью массива под дачные участки является площадь четвертой опорной фигуры, включающей в себя площадь дачных участков, скотопрогона и дороги.

Определить проектную площадь дачных участков, исключив из площади четвертой опорной фигуры площади скотопрогона и дорог:

$$P_{дач.уч.} = P_{4.оп.ф} - (P_{прог.} + P_{дор.})$$

Вычислить площадь оставшейся чистой пашни в северной части землепользования:

$$P_{сев.пашни} = P_{5.оп.ф} + P_{6.оп.ф.} + P_{7.оп.ф.}$$

Вычислить площадь пашни, приходящейся на каждое поле полевого севооборота в северной части землепользования. Результаты округлить до 0,01 га с таким расчётом, чтобы сумма площадей полей была равна площади пашни северной части.

$$P_{ср} = P_{сев.пашни} : 4$$

Проектирование полей производим путём сравнения площадей опорных фигур со средней площадью поля.

Проектирование начинаем с контура 4 – дачного массива.

$$P_{K-4} > P_{cp}.$$

Избыточную площадь в контуре урезаем методом треугольника, т.е. находим площадь избыточности.

$$P_{\Delta} = P_{K-4} - P_{cp}.$$

Построить на основании 23-N  $\Delta$ 23-N-M с высотой  $h_{\Delta} = 2P_{\Delta} / S_{23-M}$ . Длину  $S_{23-N}$  измерить на плане с учётом масштаба, точку поворота дороги расположить так, чтобы линия 23-M была продолжением линии 22-23.

Спроектировать поле III в опорной фигуре 7 (рис. 15) графическим способом трапецией. Результаты измерений записать в таблицу 24.

Таблица 24 – Графическое проектирование трапецией

Номер поля	Проектная площадь, м <sup>2</sup>	Имеется площадь в опорной фигуре ..., м <sup>2</sup>	Опорную фигуру ... уменьшить «->» увеличить «<+» м <sup>2</sup>	Приближения			
				$P_{предв}$	$h_{предв} : 2$	$P_{оконч}$	$h_{оконч} : 2$
III							
II							
		Контроль					
I							

Расхождение с проектной площадью не должно превышать предельную величину погрешности:

$$\Delta p_{i(за)} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P_{cp}}$$

Если расхождение допустимо, то проектирование полей считается окончательным, в противном случае пропорционально полученному расхождению параллельно перемещаются границы между полями I – II, II – III. Площадь каждого поля определяется заново и сравнивается с допустимым расхождением.

## 10 СПРЯМЛЕНИЕ ЛОМАННОЙ ГРАНИЦЫ УЧАСТКА

Для повышения точности проектирования и улучшения технико-экономических показателей необходимо спрямлять изломанные границы угодий. Чаще границы спрямляют для уничтожения вклиниваний в землепользовании. Новые границы проектируют в зависимости от требуемой точности различными способами: аналитическим, графическим, механическим, комбинированным.

Спрявление ломаной части границы между массивом дачных участков и выгоном спроектировать с таким расчётом, чтобы площади массива дачных участков и выгона не изменились. При спрявлении границ соблюдаются следующие условия:

- 1) правила трансформации;
- 2) условие равновеликости.

## 11 СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСА ЗЕМЕЛЬ ПО УГОДЬЯМ

По результатам проектирования составить общий баланс земель АО «Луч» (табл. 25).

Строку «К моменту землеустройства» заполнить, используя данные таблицы 7.

Строку «По проекту» заполнить исходя из условия, что:

- площадь сенокоса изменилась за счёт запроектированной дороги в массиве фермерских хозяйств;
- площадь пашни уменьшилась за счёт проектирования дачных участков, сада, фермерских хозяйств, дорог и прогона.

Таблица 25 – Состав земель АО «Луч» по угодьям (в гектарах)

Виды угодий	Общая площадь	Пашня	Сад	Фермерские хозяйства	Дачные участки	Сенокос		Пастбище	Лес	Усадебные земли	Производственный центр	Под водой	Под дорогами и про-гонами	
						всего	в том числе							
							сухо-дольный							заболоченный
На момент землеустройства														
По проекту														

## 12 ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТА В НАТУРУ

Подготовительные работы перед перенесением проекта в натуру состоят из:

- установления методов перенесения проекта в натуру в зависимости от наличия геодезической опоры и вида проектных линий;
- определения величин проектных отрезков и углов;
- оформления проектного плана;
- составления разбивочного чертежа перенесения проекта;
- определения маршрутов движения исполнителя при выполнении полевых работ.

После завершения расчётов по техническому проектированию вычертить красной тушью проектные элементы плана:

- границы участков линиями толщиной 0,1 – 0,2 мм;
- номер поля (в числителе) и его площадь (в знаменателе) внутри участков;

- места постановки новых граничных знаков кружком диаметром не более 1,2 мм;
- условные знаки проектного сада.

Для перенесения проекта в натуру необходимо выбрать наиболее простые способы, требующие наименьших затрат, и которые должны обеспечивать необходимую точность. В данной работе рекомендуется использовать для перенесения проекта в натуру способ промеров и угломерный.

Угломерный способ применить для перенесения в натуру точек  $N$  и  $M$  в северной части землепользования, а границы остальных полей перенести в натуру способом промеров.

Составить схему проектного теодолитного хода, прокладываемого от точки  $23$  до точки  $17$  с целью перенесения в натуру проектных точек  $M$  и  $N$ , в соответствии с рисунком 16.

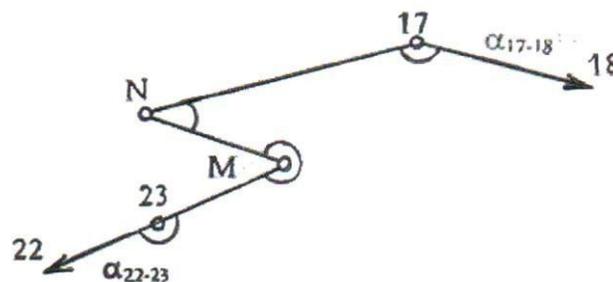


Рисунок 16. Схема проектного теодолитного хода дачного массива

Для сохранения угла при точке  $23$  равным  $180^\circ$ , вычислить координаты точек  $M$ , по дирекционному углу  $\alpha_{22-23}$  к горизонтальному продолжению  $S_{23-M}$ , взятому с плана:

$$X_M = X_{23} + S_{23-M} \cdot \cos \alpha_{22-23} \quad Y_M = Y_{23} + S_{23-M} \cdot \sin \alpha_{22-23}$$

Координаты точки  $N$  определить графически. Решить обратные геодезические задачи и вычислить проектные (правые по ходу) углы

(табл. 26) при точках 23, *M*, *N*, 17 (с округлением до 0,1°) и горизонтальные проложения (с округлением до 0,1 м).

Вычислить правые по ходу углы по формуле:

$$\beta_i = \alpha_{пред} - \alpha_{посл} + 180^\circ$$

и проконтролировать их сумму, сравнивая её с теоретической суммой углов:

$$\sum \beta_T = (\alpha_{кон} + 180^\circ \cdot n - \alpha_{нач}) - 360^\circ$$

Таблица 26 – Схема решения обратной геодезической задачи

№ т.	Координаты		Приращение		$tg\alpha$	$r$	$\alpha$	$\beta$	$S = \Delta X / \cos\alpha$	$S = \Delta Y / \sin\alpha$	№ т.
	$X$	$Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$							
22											22
23											23
<i>M</i>											<i>M</i>
<i>N</i>											<i>N</i>
17											17
18											18
	$\sum_{np} =$					$\sum \beta_{np} =$					
	$\sum_m =$					$\sum \beta_m =$					

Сравнить вычисленные горизонтальные проложения с соответствующими значениями горизонтальных проложений линий, измеренными на плане, и убедиться в отсутствии грубых ошибок в вычислениях.

На схематическом чертеже записать красным цветом все проектные углы и горизонтальные проложения.

Для перенесения в натуру проектных точек, расположенных на линиях теодолитного хода или на прямолинейных контурах ситуации,

необходимо измерить графически на плане землепользования расстояния от опорных до проектных точек, если эти расстояния не получены путём вычислений при проектировании участков.

Результаты расчётов свести в таблицу 27.

Таблица 27 – Графическое измерение длины проектных отрезков

Название линии	Измеренная длина отрезков, $S_{изм}$	Сумма отрезков, $\sum S_{изм}$	Теорет. длина линии $S_{теор}$	Невязка, $f_{пр}$	Допуст. невязка, $f_{доп}$	Поправки $v$	Увязан. длина, $S_{увяз}$
8-11							
5-6							
3-4							
23-М							
14-15							
13-14							

Длины измеренных отрезков увязать с общей длиной линии, на которой определены эти отрезки. Допустимые расхождения в сумме измеренных отрезков следует рассчитать в зависимости от того, как определена длина всей линии.

Если  $S_{теор}$  линии определена по аналитическим координатам точек, допустимую невязку в сумме отрезков, определяемых графически по плану, вычислить по формуле:

$$f_{доп} = 0,16\sqrt{n} + 1$$

Если  $S_{теор}$  линии измеряется по плану допустимую невязку вычислить по формуле:

$$f_{доп} = 0,16\sqrt{n} + 5$$

Невязку распределить поровну на каждый отрезок, так как погрешности определения расстояний по плану не зависят от длины от-

резков. Увязке не подлежит отрезок сада по линии 6-7 (в него поправка не вводится).

Увязанную длину каждого отрезка подписать красным цветом на проектном плане против соответствующих отрезков линий.

### 13 СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕНЕСЕНИЯ ПРОЕКТА В НАТУРУ

Составить рабочий чертёж в соответствии с рисунком 17, который является техническим документом при перенесении проекта в натуру. Рабочий чертёж составляют на кальке в масштабе плана землепользования и вычерчивают ситуацию и элементы проекта тушью различными цветами:

- чёрной тушью – существующие границы землепользования, граничные знаки и цифровой материал к ним, контуры ситуации и объекты местности;

- красной тушью – проектные границы полей с их обозначениями нумерацией по проекту, дороги, скотопрогон, места постановки новых граничных знаков и числовые данные к ним;

- синей тушью – проектный теодолитный ход и относящиеся к нему данные (меры линий и углы).

При составлении рабочего чертежа разработать и указать стрелками маршрут и движения исполнителя, показать условными знаками места постановки вех для получения направления опорных линий при разбивке других участков.

Промеры по опорным линиям от опорной точки до проектных точек подписать нарастающим итогом в направлении движения ленты, перпендикулярно к опорной линии.

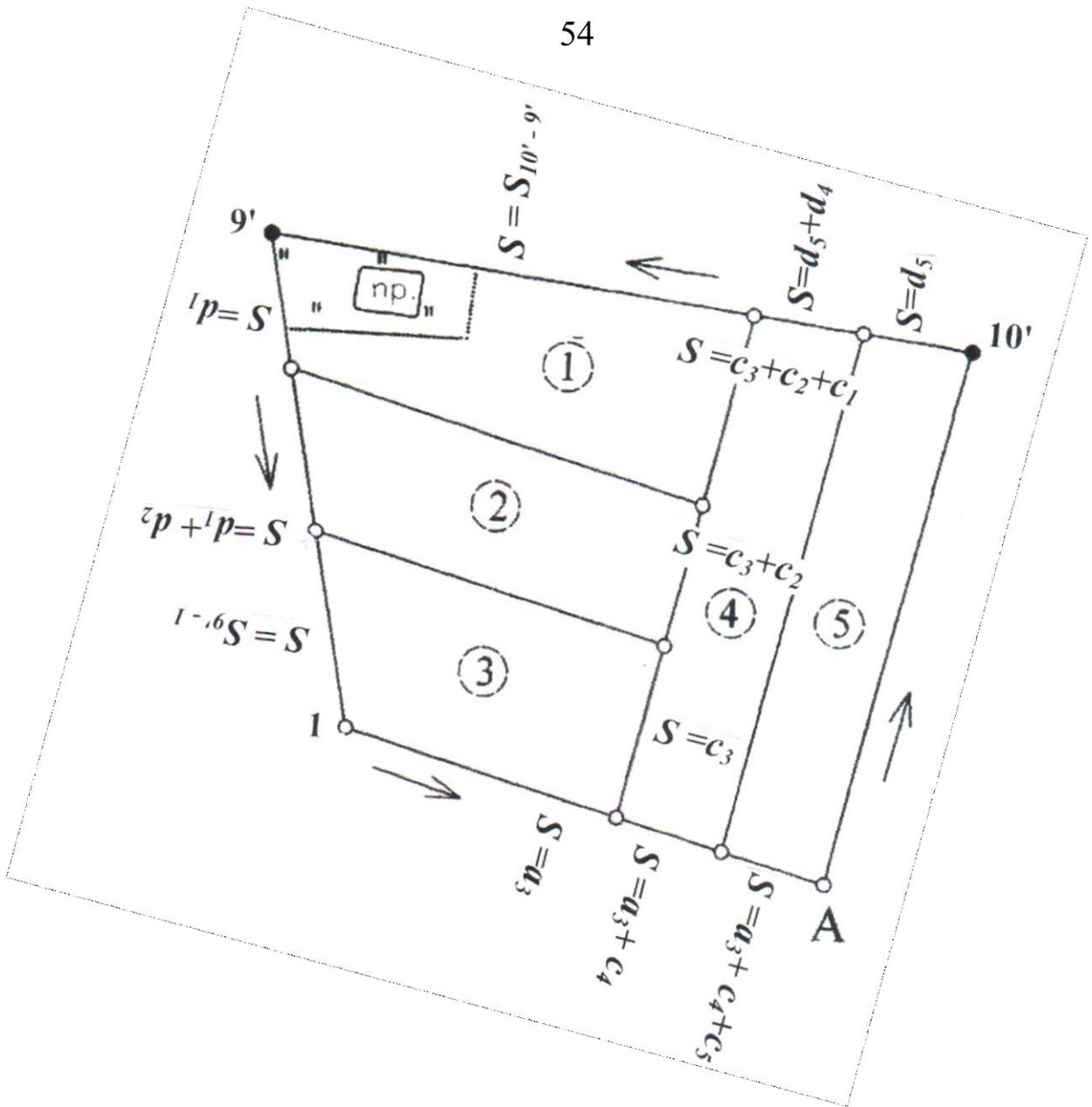


Рисунок 17. Разбивочный чертеж фермерских хозяйств

На свободном месте рабочего чертежа указать порядок и последовательность движения при перенесении проекта в натуру.

После составления разбивочного чертежа проверить, что каждая проектная точка обеспечена отсчётом по мерному прибору и в конце каждой опорной линии, на которой имеются проектные точки, записан контрольный отсчёт равный длине этой линии.

## 14 ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПЛОЩАДЕЙ УЧАСТКОВ, ПЕРЕНЕСЁННЫХ В НАТУРУ

Произвести оценку точности (вычислить средние квадратические погрешности) площадей участков, спроектированных и перенесенных в натуру:

- а) пятого фермерского хозяйства;
- б) II поля полевого севооборота;
- в) IV поля полевого севооборота.

При вычислениях учесть:

– если проектирование участков произведено аналитическим способом, на погрешность площади участка влияют погрешности измерений на местности при съёмке и при перенесении проекта в натуру, которые выразятся приближенной формулой

$$m_{P_i} = P / 2000,$$

– если проектирование участков произведено графическим способом и опорными при проектировании являлись нанесённые на план по координатам точки теодолитных ходов, на погрешность площади участка влияют:

- 1) погрешности измерений на местности при съёмке и при перенесении проекта в натуру;
- 2) погрешности нанесения точек на план по координатам

---


$$m_{P_i (за)} = 0,018 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P}$$

- 3) погрешности определения промеров по плану

$$m_{P_i (за)} = 0,01 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P}$$

– если проектирование участков графическим способом и опорными при проектировании являлись точки контуров ситуации, на погрешность площади участка влияют:

1. Погрешность измерений на местности при съемке и при перенесении проекта в натуру.

2. Погрешности положения точек контуров ситуации на плане:

$$m_{p_i(за)} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P}$$

3. Погрешности определения промеров по плану.

– если проектирование участков произведено планиметром и опорными при проектировании являлись нанесённые на план по координатам точки теодолитных ходов, на погрешность площади участка влияют:

1. Погрешность измерений на местности при съемке и при перенесении проекта в натуру.

2. Погрешности нанесения точек на план по координатам.

3. Погрешности вычисления площади планиметром двукратным обходом:

$$m_{p_i(за)} = 0,5p + 0,007 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P} + 0,0003P$$

4. Погрешности определения промеров по плану.

– если проектирование участков произведено планиметром и опорными при проектировании являлись точки контуров ситуации, на погрешность площади участка влияют:

1. Погрешность измерений на местности при съемке и при перенесении проекта в натуру.

2. Погрешности положения точек контуров ситуации на плане.

3. Погрешности вычисления площадей планиметром двукратным об-

ВОДОМ.

4. Погрешности определения промеров по плану.

Суммарная погрешность площади участка, перенесенного в натуру, вычисляется по формуле:

$$m_{p(за)}^2 = \sum m_{p_i}^2$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении геодезических работ был составлен сборный план землепользования сельскохозяйственного предприятия АО «Луч» в масштабе 1:10000. Определены площади угодий хозяйства с помощью аналитического, графического, механического и комбинированного способов и составлен баланс угодий на момент землеустройства.

Согласно заданию на проектирование необходимо запроектировать площади под сад, фермерские хозяйства, дачный массив и полевой севооборот различными способами: аналитическим, графическим, механическим и комбинированным, последовательно от общего к частному. При этом использован метод треугольника и метод трапеции. Одновременно с размещением угодий производилось проектирование полевых дорог, скотопргона и спрямление изломанной границы дачного массива.

После разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства АО «Луч» составлен баланс угодий по проекту, произведены подготовительные работы по перенесению проекта в натуру.

## Литература

## Основная:

1. Неумывакин Ю. К. Земельно – кадастровые геодезические работы: учебное пособие для высших учебных заведений / Ю. К. Неумывакин, М. И. Перский. – М.: КолосС, 2008. – 184 с.
2. Поклад Г. Г. Геодезия: учебное пособие для высших учебных заведений / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. – 2-е изд. – М.: Академический Проект, 2008. – 592 с.
3. Дубенок Н. Н. Землеустройство с основами геодезии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н. Н. Дубенок, А. С. Шуляк. – М.: Колосс, 2002. – 320 с.

## Дополнительная:

4. Волков С. Н. Землеустроительное проектирование: учебное пособие для высших учебных заведений / С. Н. Волков, А. И. Гавриленко, С. И. Носов. – М.: Колос, 1998. – 632 с.
5. Маслов А.В. Геодезические работы при землеустройстве: учебное пособие для высших учебных заведений /А. В. Маслов, А. Г. Юнусов, Г. И. Горохов. – М.: Недра, 1990. – 215 с.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

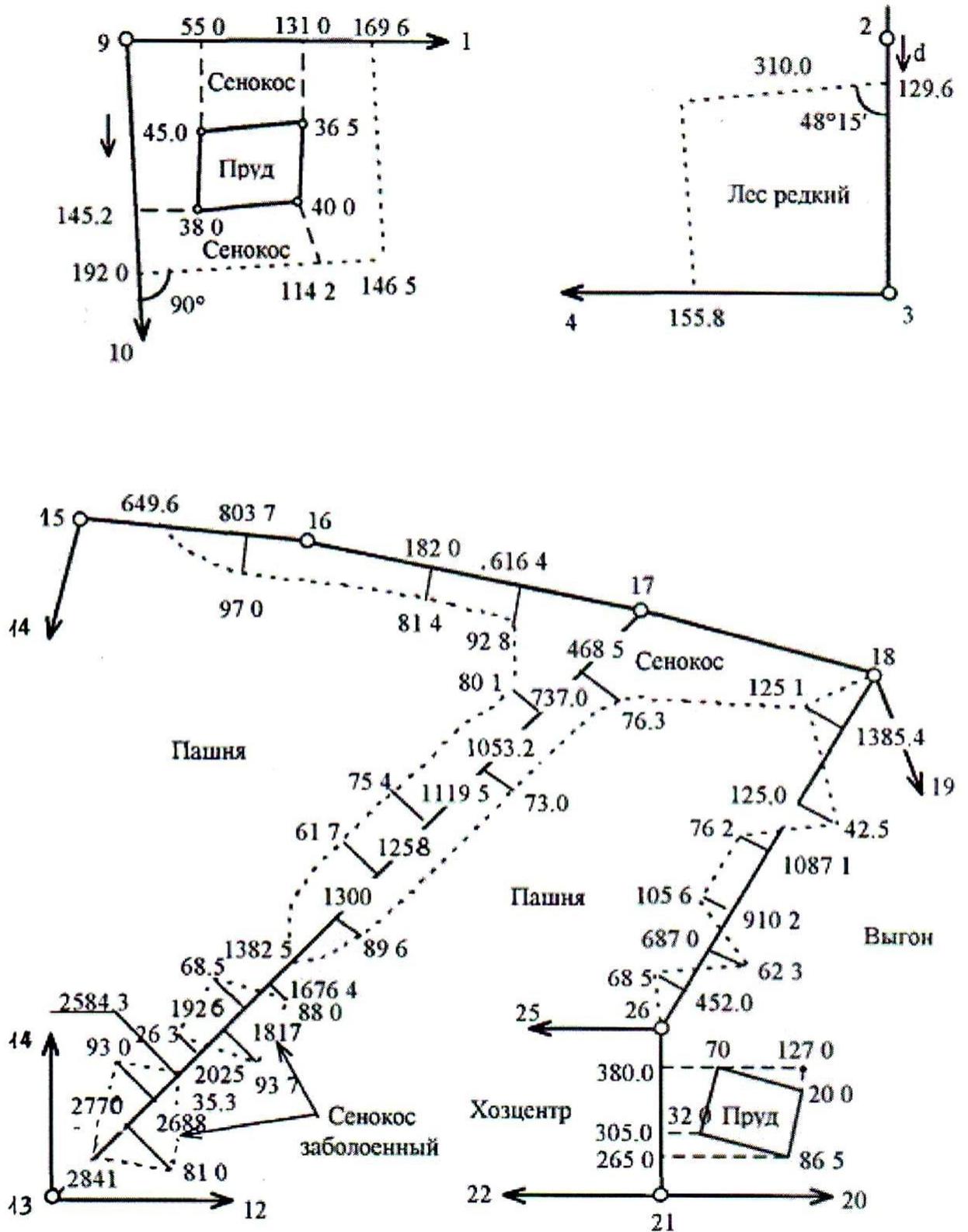
## Введение

- 1 Составление и оформление плана земельного участка
- 2 Определение площадей участков аналитическим способом
- 3 Определение площадей участков графическим (графоаналитическим) способом
- 4 Определение площадей участков механическим способом
- 4.1 Определение цены деления планиметра
- 4.2 Определение площади северной части землепользования по способу А.Н. Савича
- 4.3 Составление кальки (схемы) контуров и определение их площадей планиметром
- 5 Составление баланса земель по угодьям
- 6 Определение деформации бумаги топографической основы
- 7 Оценка точности определения площадей
- 8 Проектирование аналитическим способом
- 8.1 Проектирование границ квартала сада
- 8.2 Проектирование массива под фермерские хозяйства
- 8.3 Проектирование равновеликих полей фермерских хозяйств
- 9 Проектирование графическим способом
- 9.1 Проектирование площадей опорных фигур и проектирование полей полевого севооборота в южной части землепользования
- 9.2 Проектирование массива под дачные участки и полей полевого севооборота механическим в сочетании с графическим способом в северной части землепользования
- 10 Спрявление ломаной границы участка
- 11 Составление баланса земель по угодьям
- 12 Подготовка геодезических данных для перенесения проекта в натуру
- 13 Составление и оформление технической документации для перенесения проекта в натуру
- 14 Оценка точности площадей участков, перенесенных в натуру

## Заключение

## Литература

АБРИС ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЁМКИ



## Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПРИМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра землеустройства

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по теме: ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОМ  
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ АО «Луч»

Выполнил: студент 931 гр.  
Иванов А.А.  
Проверил: ст.преподаватель  
Петров О.О.

Уссурийск 2021

Пример оформления штампа углового

The drawing shows a rectangular stamp with a total width of 185 and a total height of 55. The top edge is divided into segments of 17, 23, 15, and 10. The right edge is divided into segments of 15, 15, and 20. The stamp contains a table with the following structure:

Выполнил		Ф.И.О.	Подпись	Дата
Проверил				
Принял				
Проект внутрихозяйственного землеустройства АО «Луч»				
ИЗиПО				
Кафедра землеустройства				
Лист 1		Листов 1		
КП		Масса		Масштаб
Лист 1		Масса		Масштаб
ПГСХА		ПГСХА		931 группа

## Содержание

Введение	3
1 Составление и оформление плана земельного участка	5
2 Определение площадей участков аналитическим способом	7
3 Определение площадей участков графическим (графоаналитическим) способом	11
4 Определение площадей участков механическим способом	15
4.1 Определение цены деления планиметра	16
4.2 Определение площади северной части землепользования по способу А.Н. Савича	17
4.3 Составление кальки (схемы) контуров и определение их площадей планиметром	20
5 Составление баланса земель по угодьям	23
6 Определение деформации бумаги топографической основы	24
7 Оценка точности определения площадей	26
8 Проектирование аналитическим способом	28
8.1 Проектирование границ квартала сада	30
8.2 Проектирование массива под фермерские хозяйства	34
8.3 Проектирование равновеликих полей фермерских хозяйств	37
9 Проектирование графическим способом	40
9.1 Проектирование площадей опорных фигур и проектирование полей полевого севооборота в южной части землепользования	41
9.2 Проектирование массива под дачные участки и полей полевого севооборота механическим в сочетании с графическим способом в северной части землепользования	44
10 Спрявление ломаной границы участка	48

11	Составление баланса земель по угодьям	48
12	Подготовка геодезических данных для перенесения проекта в натуру	49
13	Составление и оформление технической документации для перенесения проекта в натуру	53
14	Оценка точности площадей участков, перенесенных в натуру	55
	Заключение	58
	Литература	59
	Приложения	60

Геодезические работы при землеустройстве: Методические указания  
для выполнения курсового проекта для обучающихся по направлению  
подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Подписано в печать 2021г \_\_\_\_\_

Формат 60×90 1/16. Бумага типографская. Уч. изд. л. 4,1. Тираж 50 экз. Заказ № \_

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

692510, г. Уссурийск, проспект Блюхера, 44

---

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО ПГСХА

692508, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8